

ELECTRONIC KEYBOARD DEVICE

Patent number: JP2001255875

Publication date: 2001-09-21

Inventor: NISHIDA KENICHI; MORI NAOHISA; ISHIHARA HIDEKI

Applicant: YAMAHA CORP

Classification:

- **international:** G10H1/34; G10B3/12

- **european:** G10H1/34C2

Application number: JP20000066348 20000310

Priority number(s): JP20000066348 20000310

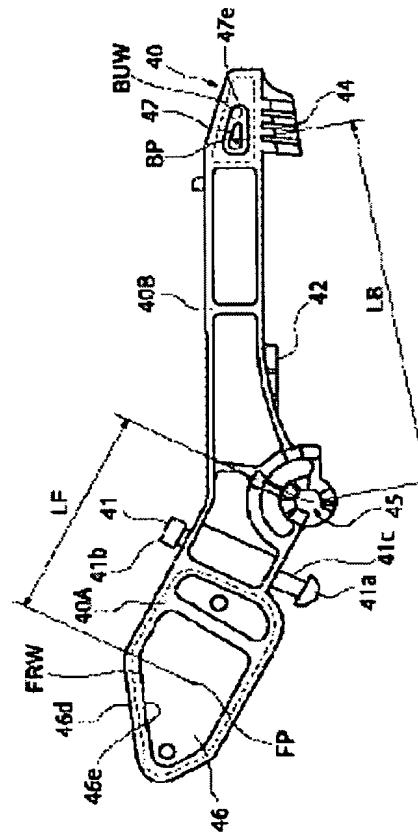
Also published as:

US2001037723 (A)

[Report a data error](#)

Abstract of JP2001255875

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic keyboard device which may be lowered in keyboard height and makes key scaling of a key touch feel easy by assuring the degree of freedom in design. **SOLUTION:** A massive body 40 is freely turnably supported by a bearing section 45 and is driven and turned via an adjusting screw 41 by key touch operation of a key 1. The position of the top surface 46d at the front of a head part 46 in a key touch end position is the highest. The massive body 40 is provided with a front weight FRW and a back weight BUW at respective free ends (head part 46 and tail part 47) of both arm parts extending from the bearing section 45. The weight of the weight FRW is set by holes FRW a and b and thickness Ft and that of the weight BUW by a thickness Bt, respectively. Mass distributions are varied by each of the respective massive bodies 40 by their combinations, by which the key scaling is embodied. The arrangement distance LF of the weight FRW from the bearing section 45 is shorter than the arrangement distance LB of the weight BUW. The constitution exclusive of the weights FRW and BUW of the respective massive bodies 40 are the same.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51) Int. Cl.⁷
G10H 1/34
G10B 3/12

識別記号

F I
G10H 1/34
G10B 3/12

テマコード (参考)
5D378
J

審査請求 未請求 請求項の数 6 ○ L (全15頁)

(21)出願番号 特願2000-66348 (P 2000-66348)

(22)出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

(71)出願人 000004075
ヤマハ株式会社
静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 西田 賢一
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

(72)発明者 森 尚久
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

(74)代理人 100081880
弁理士 渡部 敏彦

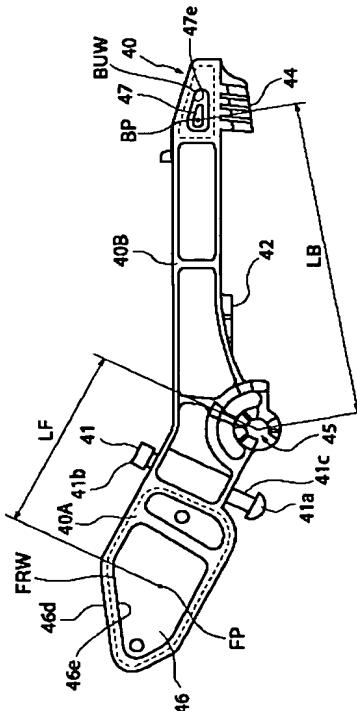
最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子鍵盤装置

(57)【要約】

【課題】 鍵盤高さを低くすることができると共に設計の自由度を確保して押鍵感触のキースケーリングを容易にすることができる電子鍵盤装置を提供する。

【解決手段】 質量体40は軸受け部45で回動自在に支持され、鍵1の押鍵操作によって調整ネジ41を介して駆動されて回動し、押鍵終了位置における頭部46の前部上面46dの位置が最も高い。質量体40は、軸受け部45から延びる両腕部の各自由端部（頭部46、尾部47）にそれぞれフロントウェイトFRW、バックウェイトBUWが設けられる。ウェイトFRWは穴FRW a、b及び厚さFtにより、ウェイトBUWは厚さBtにより、それぞれ重さが設定され、これらの組み合わせによって各質量体40毎に質量分布が異なり、キースケーリングが実現される。軸受け部45からのウェイトFRWの配置距離LFはウェイトBUWの配置距離LBよりも短い。各質量体40のウェイトFRW、BUW以外の構成は略同一である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 押鍵操作により回動する鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、一方の腕部に被駆動部を有し該被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって前記回動中心を中心として回動する質量体とを備え、押鍵操作により前記質量体の前記一方の腕部が前記鍵よりも上方に跳ね上るように構成した電子鍵盤装置であって、前記一方の腕部と他方の腕部とに鍤を分離配置すると共に、前記一方の腕部に配置した鍤の位置の前記回動中心からの距離を前記他方の腕部に配置した鍤の位置の前記回動中心からの距離よりも短く設定したことを特徴とする電子鍵盤装置。

【請求項 2】 押鍵操作により各々回動する複数の白鍵及び複数の黒鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、前記複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって前記回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備え、互いに隣接する白鍵及び黒鍵に夫々対応する各質量体の樹脂部同士を略同一に構成すると共に、該各質量体の両腕部にインサート鍤を夫々設け、該インサート鍤の重さを個々に設定することにより前記互いに隣接する白鍵及び黒鍵間で押鍵感触を近似させたことを特徴とする電子鍵盤装置。

【請求項 3】 押鍵操作により回動する複数の鍵と、該複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備えた電子鍵盤装置であって、

前記複数の各質量体は、その本体を樹脂で形成すると共に、該本体に設けた中空状の鍤取り付け部に中空部を有する鍤を取り付けて成り、前記複数の各質量体に取り付ける鍤の中空部の容積を個々に設定することにより押鍵感触のキースケーリングを実現したことを特徴とする電子鍵盤装置。

【請求項 4】 押鍵操作により回動する複数の鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、前記複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって前記回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備えた電子鍵盤装置であって、前記複数の各質量体の本体は、樹脂で形成されると共に、押鍵操作による駆動力を受けるための被駆動部と、該質量体の回動終了位置を規制するためのストップ部と接するストップ部接部と、押鍵操作を検出するためのセンサ部を押下するためのセンサ押下部とを備え、前記複数の各質量体は、前記両腕部に鍤取り付け部を夫々設けると共に、該鍤取り付け部にインサート鍤を夫々取り付けて成り、

前記複数の各質量体の前記被駆動部、前記ストップ部接部及び前記センサ押下部を複数オクターブに亘る質量体間で略同一に構成すると共に、

前記各インサート鍤の前記質量体への取り付け性を確保しつつ、前記両腕部に設ける両インサート鍤の重さの組み合わせを、前記複数オクターブに亘る質量体間で複数設定したことを特徴とする電子鍵盤装置。

【請求項 5】 前記インサート鍤は板状部材で構成され、その外縁部が前記質量体の前記鍤取り付け部に係合するように構成され、前記質量体の前記両腕部に設ける両インサート鍤の重さの組み合わせの設定は、前記インサート鍤の外縁部の形状を略同一にしつつ重さを変更すること及び前記インサート鍤の厚さを変更することの少なくとも一方によりなされることを特徴とする請求項 4 記載の電子鍵盤装置。

【請求項 6】 鍤部材と回動部材本体とからなる回動部材であって押鍵操作により回動する回動部材を複数備え、該複数の回動部材に取り付ける鍤部材の重さをそれぞれ異ならすことにより、各鍵毎もしくは鍵群毎に押鍵操作時における鍵タッチ感触を異ならせ、押鍵感触のキースケーリングを実現するようにした電子鍵盤装置であって、

前記鍤部材には、平面外部形状が略同一である複数の鍤構成部材をカシメ積層することで 1 つの鍤部材として構成されるものが含まれ、前記回動部材は、前記鍤部材の外周を樹脂のアウトサートで覆ってそのアウトサート部を前記回動部材本体とするアウトサート成形によって形成され、各回動部材は、各鍵毎もしくは鍵域毎に重さの異なる鍤部材で構成されたことを特徴とする電子鍵盤装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術の分野】 本発明は、押鍵操作により回動する質量体を備えた電子鍵盤装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、適当な質量を有する質量体（ハンマ体）を押鍵操作により駆動して回動させ、アコースティックピアノのような自然な押鍵感触を擬似的に得るようになした電子鍵盤装置が知られている。

【0003】 この装置では例えば、シーソー構造の質量体の腕部に被駆動部を設け、この被駆動部で押鍵による駆動力を鍵から直接、または介在部材を介して間接的に受けことで質量体が回動するように構成される。また、質量体には、鍤を設ける等によって慣性モーメントが適当に与えられる。例えば、実際のアコースティックピアノと同様に、高音部から低音部にいくにつれて質量体の慣性モーメントを大きく設定して動的タッチ感をころあい良く調整すると共に、静荷重をも考慮して鍤を設定したりあるいは鍵に鍤を別途設けたりして、各鍵の静的タッチ感の差異をアコースティックピアノと同程度に

少なくするような工夫がなされている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の電子鍵盤装置において、いわゆる上跳ね式構造が採用され、質量体の一方の腕部の自由端部等が鍵よりも上方に跳ね上るように構成される場合がある。この場合は、鍵の特に上方のスペースを確保する必要がある。一方、質量体に錘等を設ける場合は、慣性モーメントを効率よく得るため大きい錘を腕部の自由端部に設けることが多く、しかも錘が上下方向にも多少突出することが多いことから、鍵盤の上下方向のスペースが圧迫される。しかも、慣性モーメントを効率よく得るために錘を設ける腕の長さが長くなる傾向があり、そのため、回動による錘部分の上下方向の移動距離が大きくなることから、鍵盤の上下方向のスペースが一層圧迫される。このような事情から、鍵盤の上下方向のスペースを十分に確保する必要があるため、鍵盤装置の高さ（厚さ）が高くなるという問題があった。

【 0 0 0 5 】また、上記被駆動部は通常、質量体の一方の腕部に設けられるが、被駆動部の近傍に錘が設けられる場合は、隣接する鍵との干渉回避等の要請から錘の大きさをあまり大きくできない。そのため、質量配分の自由度が小さくなつて押鍵感触のキースケーリングが適切になされにくいという問題があった。

【 0 0 0 6 】また、動的タッチ感及び静的タッチ感を良好なものとし、適切なキースケーリングを実現するためには、各質量体の質量配分を夫々調整し、各質量体を例えれば1つ1つ異なつた構成にせざるを得ない場合が多い。すなわち、質量体の質量配分は低音鍵から高音鍵に亘る相違だけでなく、白鍵及び黒鍵間の相違をも考慮しなければならない。つまり、白鍵及び黒鍵の構成上の相違があつても、白鍵及び黒鍵間のタッチ感触（反力）はほぼ同一にしなくてはならない。しかも、白鍵と黒鍵とでは鍵の長さが異なるため、鍵支点位置を異ならせてなお、動的、静的の押鍵感触の双方を同時に考慮した個々の質量配分の設定を行うと、各質量体の構成は少しずつ異なつてくる。そのため、質量体の種類が増えて構成が複雑化し、鍵盤装置本体への組み付け性の悪化や製造コストの増大を招く。しかも、質量配分の設定は容易でない。従つて、押鍵感触のキースケーリングを適切に行う場合は、特に低音鍵及び高音鍵間あるいは白鍵及び黒鍵間で質量体の構成を統一しきれず、構成の複雑化を伴うことなく押鍵感触のキースケーリングを行うことが困難であるという問題があった。

【 0 0 0 7 】さらに、質量体の質量配分を調整するため取り付ける錘が複数種類になる場合があるが、他種類の錘の製造やその取り付けを容易にしたり、製造コストを抑える上で、改善の余地があった。

【 0 0 0 8 】本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その第1の目的は、鍵盤高さ

を低くすることができると共に設計の自由度を確保して押鍵感触のキースケーリングを容易にすることができる電子鍵盤装置を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、隣接する白鍵及び黒鍵間の押鍵感触を均一化することができると共に、質量体の樹脂部の共通化により質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。また、本発明の第3の目的は、押鍵感触のキースケーリングを容易に実現しつつ、質量体の構成を極力共通にして質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる電子鍵盤装置を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明の請求項1の電子鍵盤装置は、押鍵操作により回動する鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であつて、一方の腕部に被駆動部を有し該被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって前記回動中心を中心として回動する質量体とを備え、押鍵操作により前記質量体の前記一方の腕部が前記鍵よりも上方に跳ね上るように構成した電子鍵盤装置であつて、前記一方の腕部と他方の腕部とに錘を分離配置すると共に、前記一方の腕部に配置した錘の位置の前記回動中心からの距離を前記他方の腕部に配置した錘の位置の前記回動中心からの距離よりも短く設定したことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】この構成によれば、押鍵操作により鍵が回動し、一方の腕部に設けた被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって質量体が回動中心を中心として回動する。質量体の前記一方の腕部は鍵よりも上方に跳ね上がる。

【 0 0 1 1 】質量体の一方の腕部と他方の腕部とに錘を分離配置したので、いずれか一方の腕部にのみ配置した場合に比し、両錘の大きさを相対的に小さくすることができ、鍵盤高さ方向のスペースを節約することができる。

【 0 0 1 2 】また、前記一方の腕部に配置した錘の位置の前記回動中心からの距離を前記他方の腕部に配置した錘の位置の前記回動中心からの距離よりも短く設定したので、回動による前記一方の腕部（の例えは自由端部）の上下方向の移動距離を小さくすることができる。従つて、上方への跳ね上がり位置を低く抑えられ、鍵盤高さ方向のスペースを節約することができる。

【 0 0 1 3 】さらに、前記両距離が同一でないことと、錘を上記のように分離配置したことによって、慣性モーメントをより軽い錘で得られるので、錘を小さく設計することができる結果、被駆動部と鍵または介在部材の駆動部との当接部分においては、隣接する鍵との干渉等を回避すること等が容易になり、設計の自由度が確保される。その結果、質量配分の調整が容易となるので、キ

ースケーリングを行うことが容易となる。

【0014】よって、鍵盤高さを低くすることができると共に設計の自由度を確保して押鍵感触のキースケーリングを容易にすることができる。

【0015】上記第2の目的を達成するために本発明の請求項2の電子鍵盤装置は、押鍵操作により各々回動する複数の白鍵及び複数の黒鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、前記複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって前記回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備え、互いに隣接する白鍵及び黒鍵に夫々対応する各質量体の樹脂部同士を略同一に構成すると共に、該各質量体の両腕部にインサート錘を夫々設け、該インサート錘の重さを個々に設定することにより前記互いに隣接する白鍵及び黒鍵間で押鍵感触を近似させたことを特徴とする。

【0016】この構成により、押鍵操作により複数の白鍵及び複数の黒鍵が各々回動し、各鍵に対応する複数の各質量体が回動中心を中心として各々回動する。

【0017】各質量体の両腕部に夫々設けたインサート錘の重さを個々に設定することにより互いに隣接する白鍵及び黒鍵間で押鍵感触を近似させたので、押鍵感触が均一化する。しかも互いに隣接する白鍵及び黒鍵に夫々対応する各質量体の樹脂部同士を略同一に構成したので、白黒鍵で質量体の樹脂部が共通化され、構成がシンプルになる。

【0018】よって、隣接する白鍵及び黒鍵間の押鍵感触を均一化することができると共に、質量体の樹脂部の共通化により質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。

【0019】上記第3の目的を達成するために本発明の請求項3の電子鍵盤装置は、押鍵操作により回動する複数の鍵と、該複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備えた電子鍵盤装置であって、前記複数の各質量体は、その本体を樹脂で形成すると共に、該本体に設けた中空状の錘取り付け部に中空部を有する錘を取り付けて成り、前記複数の各質量体に取り付ける錘の中空部の容積を個々に設定することにより押鍵感触のキースケーリングを実現したことを特徴とする。

【0020】この構成によれば、押鍵操作により複数の鍵が回動し、各鍵に対応する複数の質量体が回動中心を中心として各々回動する。前記複数の各質量体は、その本体が樹脂で形成されると共に、該本体に設けた中空状の錘取り付け部に錘が取り付けられて成るので、各質量体の錘を除いた樹脂部本体を同じ構成にすることができる。しかも、錘は中空部を有し、複数の各質量体に取り付ける錘の中空部の容積を個々に設定する（中空部を設けない場合も含まれる）ことにより押鍵感触のキースケーリングを実現したので、例えば穴や凹部等の中空部の

形状を変えて錘の重さを任意に設定することができる一方、質量体の樹脂部本体の構成には影響を与えない。従って、中空部の容積を個々に設定することにより質量配分を適当に設定して押鍵感触のキースケーリングを容易に成すことができると共に、質量体の本体の構成を共通化することができる。

【0021】よって、押鍵感触のキースケーリングを容易に実現しつつ、質量体の本体の構成を共通にして質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。

【0022】上記第3の目的を達成するために本発明の請求項4の電子鍵盤装置は、押鍵操作により回動する複数の鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、前記複数の各鍵に対応して設けられ押鍵操作によって前記回動中心を中心として各々回動する複数の質量体とを備えた電子鍵盤装置であって、前記複数の各質量体の本体は、樹脂で形成されると共に、押鍵操作による駆動力を受けるための被駆動部と、該質量体の回動終了位置を規制するためのストッパと当接するストッパ当接部と、押鍵操作を検出するためのセンサ部を押下するためのセンサ押下部とを備え、前記複数の各質量体は、前記両腕部に錘取り付け部を夫々設けると共に、該錘取り付け部にインサート錘を夫々取り付けて成り、前記複数の各質量体の前記被駆動部、前記ストッパ当接部及び前記センサ押下部を複数オクターブに亘る質量体間で略同一に構成すると共に、前記各インサート錘の前記質量体への取り付け性を確保しつつ、前記両腕部に設ける両インサート錘の重さの組み合わせを、前記複数オクターブに亘る質量体間で複数設定したことを特徴とする。

【0023】この構成によれば、押鍵操作により複数の鍵が回動し、各鍵に対応する複数の質量体が回動中心を中心として各々回動する。各質量体は、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造であり、両腕部に夫々設けた錘取り付け部にインサート錘を夫々取り付けて成る。

【0024】各質量体の被駆動部、ストッパ当接部及びセンサ押下部は複数オクターブに亘る質量体間で略同一に構成されるので、質量体の少なくとも主要な構成部分を複数オクターブ間で共通化することができる。また、質量体の両腕部に設ける両インサート錘の重さの組み合わせは、複数オクターブに亘る質量体間で複数設定されるので、組み合わせによって異なる押鍵感触を複数種類設定することができ、例えば各鍵の動的タッチ感を異ならせることも容易である。その際、錘の重さの組み合わせだけで押鍵感触を設定可能であるので、キースケーリングも容易になる。しかも、両インサート錘の重さの組み合わせの設定は、各インサート錘の質量体への取り付け性を確保しつつなされるので、錘取り付け部の構成を各質量体間で同一にでき、従って、錘取り付け部も複数

オクターブ間で共通化することができる。

【0025】よって、複数オクターブ間で質量体の主要部分の構成を共通にすることができ、質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができると共に、押鍵感触のキースケーリングの実現を容易にすることができる。

【0026】上記第3の目的を達成するために本発明の請求項5の電子鍵盤装置は、上記請求項4記載の構成において、前記インサート錐は板状部材で構成され、その外縁部が前記質量体の前記錐取り付け部に係合するように構成され、前記質量体の前記両腕部に設ける両インサート錐の重さの組み合わせの設定は、前記インサート錐の外縁部の形状を略同一にしつつ重さを変更すること及び前記インサート錐の厚さを変更することの少なくとも一方によりなされることを特徴とする。

【0027】この構成によれば、インサート錐は板状部材で構成され、その外縁部が質量体の錐取り付け部に係合する。質量体の両腕部に設ける両インサート錐の重さの組み合わせの設定は、インサート錐の外縁部の形状を略同一にしつつ重さを変更すること及びインサート錐の厚さを変更することの少なくとも一方によりなされることで、インサート錐の重さの組み合わせを各種任意に設定することができ、複数オクターブ間で所望のキースケーリングを行うことが容易となる。しかも、外縁部の輪郭等の形状は略同一であるので、錐取り付け部への係合性は維持され、質量体の構成を複雑化させることがない。

【0028】よって、質量体の構成の共通化を維持しつつ押鍵感触のキースケーリングの実現をより容易にすることができます。

【0029】上記第3の目的を達成するために本発明の請求項6の電子鍵盤装置は、錐部材と回動部材本体とかなる回動部材であって押鍵操作により回動する回動部材を複数備え、該複数の回動部材に取り付ける錐部材の重さをそれぞれ異ならせることにより、各鍵毎もしくは鍵群毎に押鍵操作時における鍵タッチ感触を異ならせ、押鍵感触のキースケーリングを実現するようにした電子鍵盤装置であって、前記錐部材には、平面外部形状が略同一である複数の錐構成部材をカシメ積層することで1つの錐部材として構成されるものが含まれ、前記回動部材は、前記錐部材の外周を樹脂のアウトサートで覆ってそのアウトサート部を前記回動部材本体とするアウトサート成形によって形成され、各回動部材は、各鍵毎もしくは鍵域毎に重さの異なる錐部材で構成されたことを特徴とする。

【0030】この構成によれば、錐部材には、平面外部形状が略同一である複数の錐構成部材をカシメ積層することで1つの錐部材として構成されるものが含まれるので、錐構成部材をネジ等で固着する必要がなく、異なる重さの錐部材の製造が容易である。また、回動部材は、錐部材の外周を樹脂のアウトサートで覆ってそのアウト

サート部を回動部材本体とするアウトサート成形によって形成され、各回動部材は、各鍵毎もしくは鍵域毎に重さの異なる錐部材で構成されるので、慣性質量の異なる回動部材の製造が容易であり、押鍵感触のキースケーリングを容易に実現することができる。

【0031】よって、質量体の構成の簡単化、製造の容易化及び製造コストの低減を図ることができると共に、押鍵感触のキースケーリングの実現を容易にすることができます。

10 【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0033】図1、図2は、本発明の一実施の形態に係る電子鍵盤装置の部分縦断面図である。図1は非押鍵状態（後述する鍵1、質量体40が回動開始位置にある状態）を示し、図2は押鍵往行程終了状態（鍵1、質量体40が回動終了位置にある状態）を示す。これらの図では、上ケースや蓋体等は省略されている。なお、以下、本鍵盤装置の演奏者側（図1の左方）を前方、演奏者からみて鍵後端方向（同図右方）を後方とそれぞれ称する。

20 【0034】本装置は、押鍵操作されるシーソー型の鍵1（白鍵1W及び黒鍵1B）と、質量体支持部材20と、該支持部材20によって回動自在に支持され鍵1によって駆動されて回動するシーソー型の質量体40（回動部材）とを有する。

【0035】棚板2上には鍵フレーム10が設けられている。鍵フレーム10上には鍵支持部3が設けられ、鍵支持部3には支点ピン6（白鍵用支点ピン6W、黒鍵用支点ピン6B）が各鍵1に対応して突設されている。各鍵1W、1Bにはそれぞれ支点穴1Wa、1Baが設けられている。支点穴1Wa、1Baはいずれも、下方に向かって縮径している。各鍵1の鍵盤装置本体への組み付け（鍵フレーム10への取り付け）時には、支点ピン6が支点穴1Wa、1Baを貫通し、これにより、各鍵1の鍵並び方向及び鍵長手方向の位置が規制されると共に、各鍵1が鍵支持部3によって押離鍵方向に回動自在に支持される。各鍵1の後端部上面には、発泡ウレタンが貼着され、さらにその上面には摺動しやすいテープが貼着されている。これら発泡ウレタン及びテープからなる弾性体が貼着された部分は後述する質量体40の発音位置調整ネジ41（被駆動部）と当接して質量体40を駆動する駆動部9として機能する。上記弾性体により当接がチャタリングなく円滑にされている。

【0036】鍵フレーム10の前部には、押鍵ストッパ4（白鍵用押鍵ストッパ4W、黒鍵用押鍵ストッパ4B）及びキーガイド5（白鍵用キーガイド5W、黒鍵用キーガイド5B）が各鍵1毎に設けられている。押鍵ストッパ4は鍵1と当接して鍵1の押鍵による回動終了位置（図2）を規制する。キーガイド5は、鍵1の回動時

における鍵並び方向への揺動を抑制する。

【0037】鍵フレーム10上における押鍵ストッパ4、キーガイド5の後方であって鍵支持部3の前方には、スイッチ基板7が設けられ、該スイッチ基板7には各鍵1毎に第1の鍵スイッチ8が設けられている。第1の鍵スイッチ8は主として押鍵操作を検出する。

【0038】質量体支持部材20は、棚板2上における鍵1の後端部近傍に設けられている。支持部材20は、例えば1オクターブ単位で構成され、前部及び後部の適所で棚板2に固定されている。支持部材20の前部には、非押鍵時用ストッパ21が各鍵1毎に設けられており、非押鍵時用ストッパ21は、鍵1と当接して鍵1の押鍵による回動開始位置(図1)、すなわち非押鍵時の位置を規制する。支持部材20の後部には、後述する質量体用ストッパ22が設けられている。質量体用ストッパ22は弾性を有し、後述する質量体40の当接部44(ストッパ当接部)と当接して押鍵に伴う質量体40の回動終了位置(図2)を規制すると共に、緩衝機能を果たす。

【0039】支持部材20にはさらに、スイッチ基板23が設けられる。スイッチ基板23は、複数の支持部材20に対応、例えば全鍵に対応して設けられ、ネジ24によって支持部材20に固定されている。スイッチ基板23上には第2の鍵スイッチ25が各質量体40毎に設けられている。第2の鍵スイッチ25は、質量体40によって押下され、主として鍵1の離鍵動作を間接的に検出する。なお、本実施の形態では、設定モードにより、第1の鍵スイッチ8及び第2の鍵スイッチ25の双方による検出結果に基づいて、所定のアルゴリズムによる多彩な楽音制御が可能なように構成されているが、押鍵スイッチ8及び第2の鍵スイッチ25のいずれか一方による検出結果に基づいて楽音制御を行うようにしてもよい。

【0040】支持部材20にはまた、回動軸部32が設けられる。回動軸部32は後述する質量体40の軸受け部45(回動中心)と係合して質量体40を回動自在に支持する。

【0041】本鍵盤装置では、いわゆる上跳ね式構造が採用され、質量体40が鍵1よりも上方に跳ね上がる。質量体40は、押鍵開始位置では尾部47が最も高い位置にあり、押鍵終了位置では頭部46の前部上面46dが最も高い位置にあるが、押鍵全行程においては押鍵終了位置における頭部46の前部上面46dの位置が最も高くなる。従って、本装置の高さ(装置の上下方向の厚み)は主として前部上面46dの最高位置を考慮して設定されている。

【0042】図3は、本電子鍵盤装置を上方からみた平面図である。同図では、本装置のほぼ2オクターブ分が示されているが、質量体40は一部が示され、上ケースや蓋体等は省略されている。質量体40は、白鍵1W及

び黒鍵1Bの各々に対応して設けられる。

【0043】図4は、支持部材20を上方からみた平面図である。同図には、一部の質量体40(G鍵、G#鍵に対応するもの)が併せて示され、スイッチ基板23は省略されている。支持部材20の回動軸部32は、同図に示すように、左側突起部32L及び右側突起部32Rで構成され、各質量体40に対応して設けられる。

【0044】図5は、質量体40の構成を示す側面図である。

10 【0045】質量体40は、適当な押鍵感触を得るために設けられる。質量体40は、発音位置調整ネジ41、フロントウェイトFRW(錘部材)及びバックウェイトBUW(錘部材)を除く部分(回動部材本体)が樹脂で形成され、各質量体40はいずれも同様に構成される。質量体40には、欠円状の穴を有する軸受け部45が両側面に形成される。質量体40は、両軸受け部45が支持部材20の回動軸部32の両突起部32L、突起部32Rに嵌合されることにより回動自在に支持され、押離鍵時には支持部材20に固着された回動軸部32に対して軸受け部45が回動することにより質量体40は回動変位する。

【0046】質量体40は、軸受け部45から前方に延びる前方延設部40A(一方の腕部)と、軸受け部45から後方に延びる後方延設部40B(他方の腕部)とから構成される。質量体40には、押鍵時に適当な慣性力を得るための質量として、前方延設部40Aの頭部46及び後方延設部40Bの尾部47には中空状の錘取り付け部46e、47eがそれぞれ形成されている。これら錘取り付け部46e、47eには、フロントウェイトFRW及びバックウェイトBUWが分離配置されている。

【0047】各ウェイトFRW、BUWの質量体40への組み付けは、質量体40を金型によって成形する際、金属製錘としてのウェイトFRW、BUWに対する樹脂のアウトサートの同時成形によって各ウェイトFRW、BUWが樹脂内にインサート成形されることによってなされる。場合によっては、質量体40とウェイトFRW、BUWを別々に形成し、ウェイトFRW、BUWの外縁部FRWe、BUWe(平面外部形状)(図6、図7参照)の周囲を軟質樹脂でアウトサート成形したものを錘取り付け部46e、47eの内周に圧着挿持させて質量体40を完成するようにしてもよい。各ウェイトFRW、BUWの重さの設定については後述する。

【0048】なお、フロントウェイトFRWの重心FPから軸受け部45の中心までの距離をLF、バックウェイトBUWの重心BPから軸受け部45の中心までの距離をLBと記す。

【0049】各ウェイトFRW、BUWの取り付けにより、質量体40はいずれも、前方延設部40Aの方が後方延設部40Bよりも重く設定されている。従って、非押鍵状態及び押鍵初期には鍵1の駆動部9と常に当接

し、鍵 1 と質量体 4 0 とが連動状態となる。なお、押鍵様によっては押鍵往行程途中から質量体 4 0 が鍵 1 の駆動部 9 から離間する場合がある。

【0050】発音位置調整ネジ 4 1 は延設部 4 0 A に設けられている。発音位置調整ネジ 4 1 は、曲面状の頭部 4 1 a、六角レンチ用の六角穴（図示せず）を有する調整部 4 1 b、及びネジ部（図示せず）を有する軸部 4 1 c が一体となって構成され、例えば質量体 4 0 の金型による成形時にインサート成形により質量体 4 0 に取り付けられる。発音位置調整ネジ 4 1 は、頭部 4 1 a が鍵 1 の駆動部 9 と当接して押鍵による駆動力を質量体 4 0 に伝達し、これによって質量体 4 0 が回動する。発音位置調整ネジ 4 1 は質量体 4 0 の成形時に最も下方に突出した状態でインサートされ、成形後はドライバで回転させることで下方への突出量が個々に調整可能になっている。これによって、質量体 4 0 の回動量と押鍵スイッチ 2 5 の検出による発音タイミングとの関係を調整することができる。

【0051】後方延設部 4 0 B の下面には、アクチュエータ 4 2（センサ押下部）が設けられ、アクチュエータ 4 2 は、質量体 4 0 の回動に伴い支持部材 2 0 の鍵スイッチ 2 5 を押下する。後方延設部 4 0 B の後端部下面には、当接部 4 4 が形成されている。当接部 4 4 は、質量体 4 0 の回動によって支持部材 2 0 の質量体用ストップ 2 2 に当接する。

【0052】図 6、図 7 はそれぞれ、フロントウェイト FRW、バックウェイト B UW の構成を示す図である。図 6 (a) ~ (c) 及び図 7 (b) は側面図、図 6 (d) 及び図 7 (a) は底面図及び平面図である。

【0053】図 6 (d)、図 7 (a) に示すように、フロントウェイト FRW、バックウェイト B UW はそれぞれ厚み F t、B t の板状部材で、いずれも鉄等の金属で構成される。フロントウェイト FRW の側面形状としては、図 6 に示すように、穴がないもの（同図 (a)、A 型と称する）、小さい穴 FRW a が設けられたもの（同図 (b)、B 型と称する）、穴 FRW a より大きい穴 FRW b が設けられたもの（同図 (c)、C 型と称する）の 3 種類がある。A、B、C 型の各型では外縁部 FRW e の形状は略同一である。A、B、C 型のいずれも重心 FP が一致している。また、バックウェイト B UW の側面形状としては、図 7 (a) に示すように、外縁部 BUW e の形状及び穴開きの態様が 1 種類である。

【0054】フロントウェイト FRW 及びバックウェイト B UW の厚み F t、B t は、鉄板の打ち抜きで得られる板状の構成部材を積層することで設定される。従って、もっとも薄いウェイトは 1 枚の構成部材だけで構成され、積層枚数を増やすことで厚み F t、B t が増す。フロントウェイト FRW 及びバックウェイト B UW の製造手法については後述する（図 12 ~ 図 17）。

【0055】図 8 は、フロントウェイト FRW の厚さ F

t と型とによる組み合わせの一例を示す図である。フロントウェイト FRW は、同図 (a) に示すように白鍵 1 W 用に 8 種 (W 1 ~ W 8)、同図 (b) に示すように黒鍵 1 B 用に 8 種 (B 1 ~ B 8) がそれぞれ用意されている。

【0056】例えば、白鍵 1 W 用フロントウェイト FRW (W 1 ~ W 8) は、同図 (a) に示すように、厚さ F t が t W 1、t W 1、t W 2、t W 2、t W 3、t W 4、t W 4、t W 5 というように例えば 0 ~ 0.5 mm ずつ順に厚くなるように設定されている。また、型は図 6 に示した B 型、A 型、B 型、A 型、A 型、B 型、A 型、A 型という順で設定されている。その結果、重量は、g W 1、g W 2、g W 3、g W 4、g W 5、g W 6、g W 7、g W 8 というように順に数 g ずつ重くなるように設定される。

【0057】黒鍵 1 B 用フロントウェイト FRW (B 1 ~ B 8) では、同図 (b) に示すように、厚さ F t が t B 1、t B 2、t B 3、t B 3、t B 4、t B 4、t B 5、t B 6 というように設定されている。また、型は図 20 6 に示した C 型、A 型、B 型、A 型、A 型、A 型、B 型、A 型という順で設定されている。その結果、重量は、g B 1、g B 2、g B 3、g B 4、g B 5、g B 6、g B 7、g B 8 という順序で設定される。フロントウェイト FRW (B 1 ~ B 8) では、ウェイト FRW (B 2) が最も軽く、ウェイト FRW (B 8) が最も重くなっている。

【0058】図 9 は、バックウェイト B UW の厚さ B t の設定の一例を示す図である。バックウェイト B UW は、同図 (a) に示すように白鍵 1 W 用に 8 種 (W 1 ~ W 8)、同図 (b) に示すように黒鍵 1 B 用に 8 種 (B 1 ~ B 8) がそれぞれ用意されている。

【0059】例えば、白鍵 1 W 用バックウェイト B UW (W 1 ~ W 8) は、同図 (a) に示すように、厚さ B t が t W 1 1、t W 1 2、t W 1 3、t W 1 4、t W 1 5、t W 1 6、t W 1 7、t W 1 8 というように例えば 1.0 mm ずつ順に厚くなるように設定されている。その結果、重量は、g W 1 1、g W 1 2、g W 1 3、g W 1 4、g W 1 5、g W 1 6、g W 1 7、g W 1 8 というように順に数 mm g ~ 数 g ずつ重くなるように設定される。

【0060】黒鍵 1 B 用バックウェイト B UW (B 1 ~ B 8) では、同図 (b) に示すように、厚さ B t が t B 1 1、t B 1 1、t B 1 2、t B 1 3、t B 1 4、t B 1 5、t B 1 6、t B 1 7 というように例えば 0 ~ 1.0 mm ずつ順に厚くなるように設定されている。その結果、重量は、g B 1 1、g B 1 2、g B 1 3、g B 1 4、g B 1 5、g B 1 6、g B 1 7、g B 1 8 というように順に 0 ~ 数 g ずつ重くなるように設定される。

【0061】このように、厚さ F t、B t、型の組み合わせによって白鍵 1 W 用、黒鍵 1 B 用フロントウェイト

F RW、白鍵 1 W 用、黒鍵 1 B 用バックウェイト B UW のそれぞれに 8 種類の重さを設定可能にしたので、1 つの質量体 4 0 についてのフロントウェイト F RW 及びバックウェイト B UW は理論的には $8 \times 8 = 64$ パターンの組み合わせが可能である。本実施の形態では、動的タッチ及び静的タッチを共に考慮して、全鍵について適当な組み合わせが選択され、質量体 4 0 の質量分布は 1 つ 1 つ異なる。

【0062】 例えれば、質量体 4 0 の慣性モーメントは高音鍵から低音鍵に向かうにつれて大きくなるように設定される。そのためにはフロントウェイト F RW 及びバックウェイト B UW の総重量を低音鍵ほど重く設定すればよい。これにより、動的タッチ感をアコースティックピアノに近づけることができる。

【0063】 また、上記のように動的タッチ感を調整する際、静的タッチ感、すなわち、きわめてゆっくり押鍵したとき（弱タッチ時）に鍵 1 にかかる押鍵反力も同時に考慮しなければならない。例えれば、アコースティックピアノと同様に、最高音鍵と最低音鍵の弱タッチ時における押鍵反力の差が数 g 程度に収まるように設定される。これにより、静的タッチ感をアコースティックピアノに近づけることができる。

【0064】 これら動的タッチ感及び静的タッチ感は独立して調整することは困難であり、両者が同時に考慮して両者が最適となるように各ウェイト F RW、B UW を設定する。これにより、押鍵感触のキースケーリングを実現することができる。なお、隣接する白鍵 1 W と黒鍵 1 B とを比べれば、両者の押鍵感触は近似したものとなっている。

【0065】 本実施の形態によれば、フロントウェイト F RW 及びバックウェイト B UW を質量体 4 0 の頭部 4 6 及び尾部 4 7 に分離配置したので、図 10 で説明するように、いずれか一方にのみ配置した場合に比し、各ウェイトをより小さくして同様の慣性モーメントを得ることができる。

【0066】 図 10 は、梁における錘の配置と慣性モーメント I との関係を示す図である。

【0067】 同図 (a) に示すように、全長 L で支点からの両腕の長さが L / 2 の梁に、重さ n の錘を一方の腕先端部にのみ配置した場合は、慣性モーメント I は、 $n \times (L / 2)^2 = n L^2 / 4$ である。一方、同図 (b) に示すように、重さ n / 2 の錘を両方の腕先端部にそれぞれ配置した場合は、慣性モーメント I は、 $2 \times (n / 2) \times (L / 2)^2 = n L^2 / 4$ である。すなわち、梁にかかる全錘の総重量は n で等しく、慣性モーメント I も等しい。

【0068】 本鍵盤装置ではこれを応用し、ウェイト F RW、B UW の材質を同じとして、頭部 4 6 及び尾部 4 7 に分離配置したことにより（同図 (b) に相当）、ウェイトを頭部 4 6 または尾部 4 7 の一方に集中配置した

場合よりも（同図 (a) に相当）、1 つのウェイトの容積乃至大きさを相対的に小さくしている。従って、鍵盤高さ方向のスペースの節約につながる。

【0069】 また、本実施の形態によれば、図 5 に示すように、フロントウェイト F RW の重心 F P から軸受け部 4 5 の中心までの距離 L F を、バックウェイト B UW の重心 B P から軸受け部 4 5 の中心までの距離 L B よりも短く設定したので、図 11 で説明するように、距離 L F と距離 L B を等しく設定した場合に比し、より軽いウェイトで同様の慣性モーメントを得ることができる。

【0070】 図 11 は、梁における支点からの腕長さと慣性モーメント I との関係を示す図である。

【0071】 同図 (a) に示すように、全長 L で支点からの両腕の長さが L / 2 の梁に、重さ n / 2 の錘を両方の腕先端部にそれぞれ配置した場合は、慣性モーメント I は、 $2 \times (n / 2) \times (L / 2)^2 = n L^2 / 4$ である。一方、同図 (b) に示すように、両腕の長さが L / 3 と 2 L / 3 である梁の両腕の先端部に、重さ n / 2 の錘をそれぞれ配置した場合は、慣性モーメント I は、

20 $(n / 2) \times (L / 3)^2 + (n / 2) \times (2 L / 3)^2 = 5 n L^2 / 18$ である。すなわち、梁の全長は L で等しく、梁にかかる全錘の総重量も n で等しいが、慣性モーメント I は $\{n L^2 / 4\} < \{5 n L^2 / 18\}$ で、同図 (b) に示すような配置様の方が大きい。つまり、両腕の長さを等しくするよりも異ならせた方が、同じ慣性モーメント I をより小さい総重量の錘で得ることができる。

【0072】 本鍵盤装置ではこれを応用し、ウェイト F RW、B UW の材質を同じとして、距離 L F と距離 L B 30 を異ならせたことにより、両距離を等しく設定した場合に比し、より軽いウェイトで同様の慣性モーメントを得ている。

【0073】 また、本実施の形態では、距離 L F を距離 L B より短く設定したことにより、頭部 4 6 の上下方向の移動距離を小さくすることができる。ここで、上述したように、押鍵全行程においては押鍵終了位置における頭部 4 6 の前部上面 4 6 d の位置が最も高くなることから、前部上面 4 6 d の上方への跳ね上がり位置を低く抑えられ、鍵盤装置の高さ方向のスペースの節約につながる。

【0074】 さらに、距離 L F と距離 L B を異ならせたことと、各ウェイト F RW、B UW を頭部 4 6 及び尾部 4 7 に分離配置したことにより、慣性モーメント I をより軽いウェイトで得られるので、各ウェイト F RW、B UW を小さく設計することができる結果、質量体 4 0 の調整ネジ 4 1 と鍵 1 の駆動部 9 との当接部分近傍においては、隣接する鍵 1 との干渉等を回避すること等が容易になり、設計の自由度が確保される。その結果、質量配分の調整が容易になるので、タッチ感触のキースケーリングを行うことが容易になる。

【0075】また、両ウェイトFRW、BUWの重さの組み合わせを任意に選択して各質量体40に取り付けるようにしたので、重さの組み合わせだけで押鍵感触を設定可能であることから、各質量体40の質量配分を適当に設定して押鍵感触のキースケーリングを容易に成すことができる。しかも、フロントウェイトFRWについては、穴FRWa等の大きさと厚さFtとを組み合わせるだけで複数種類の重さを設定でき、バックウェイトBUWについては厚さBtの設定により複数種類の重さを設定できるので、所望の押鍵感触の設定が容易である。

【0076】また、各ウェイトFRW、BUWは、重さを異なっても各外縁部FRWe、BUWeの形状はそれぞれ略同一を維持したので、頭部46、尾部47への取り付けに支障がなく、各ウェイトFRW、BUWの質量体40への取り付け性が確保される。従って、中空状の錐取り付け部46e、47eの構成を各質量体40で異なる必要がない。しかも、上述したように、各質量体40の樹脂部分（当接部44、アクチュエータ42を含む）は同様に構成される。なお、質量体40の製造時には調整ネジ41の突出量が一律とされるから、調整ネジ41の構成も同一である。従って、ウェイトFRW、BUW以外は全質量体40を同じ構成として製造することができ、構成をシンプルにすることができる。

【0077】よって、鍵盤高さを低くすることができますと共に設計の自由度を確保して押鍵感触のキースケーリングを容易にすることができます。それと同時に、質量体の本体の構成を共通にして質量体の構成の簡略化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。

【0078】次に、フロントウェイトFRW及びバックウェイトBUWの製造手法を説明する。両ウェイトFRW、BUWは同様にして製造されるので、フロントウェイトFRWについて説明する。

【0079】図12は、ウェイト製造装置の構成を示す外観斜視図である。

【0080】本装置は、ロール状に巻設された鉄板材からフロントウェイトFRWを構成する板状構成部材（以下、「パーツ」と称する）を打ち抜き、これらを積層するものである。

【0081】板幅が数cm程度で直径が1m程度かそれ以上の巻き解きローラR1に巻設された鉄板材SBを、作業台を兼ねる下金型Aの前後においてたるみ部Y1、Y2を形成しつつ、下金型A上を同図右方に移動し、巻き解きローラR1から巻き取りローラR2に巻き取られるように構成される。ローラR1、R2は低速且つ一定速で回転し、両者の回転速度は略同一である。鉄板材SBの両たるみ部Y1、Y2間に亘る被処理部Cは、該被処理部Cの幅方向両側に設けた移動用のガイド部G1、G2によってガイドされながら、後述する間欠移動手段によって巻き取り方向（同図右方）に間欠的に引き込まれる。

【0082】図13は、ガイド部G1の構成を示す部分断面図である。

【0083】ガイド部G1では、同図に示すように断面コ字状の囲い部G11中に上下にローラRL1、RL2が回動自在に固定され、若干のクリアランスを有して被処理部Cが介在している。ガイド部G2もガイド部G1と左右対称に同様に構成される。

【0084】上記間欠移動手段としては、本実施の形態10ではロボットアームによる移動手段を採用している。すなわち、空気圧制御による互いに対向する2つのアクチュエータからなるマジックハンドMHによって鉄板材SBの被処理部Cを数カ所同時に挟持しつつ、平行移動アクチュエータ（不図示）の通電毎に、被処理部Cが瞬間に移動して間欠的に一定方向に移動する。

【0085】なお、鉄板材SBに、その流れ方向と平行に被ガイド孔を点在させて幅方向両側に設けると共に、この被ガイド孔に噛み合う引き込みガイド歯車を引き込み側（たるみ部Y2の左方）に設け、このガイド歯車によって巻き取り方向（同図右方）に間欠的に引き込むように構成してもよい。いずれの構成を採用する場合でも、その平均速度をローラR1、R2の速度に等しくさせることにより、たるみ部Y1、Y2のたるみ量を略一定に保つことができる。

【0086】下金型Aの上方には、これに對向する上金型Bが配置され、上金型Bは全体が上下方向に僅かに移動可能に構成されている。本金型では、4つのステージが構成され、各ステージでそれぞれ異なる処理がなされる。

【0087】図6に示すフロントウェイトFRWの透孔h1、h2は、積層のベースとなる1枚目のパーツにのみ設けられる。積層保持用ハーフパンチ部h11、h22は、積層される2枚目以降のパーツに設けられ、後述するように積層の直下にあるパーツの透孔h1、h2またはハーフパンチ部h11、h22にその突起した部分が嵌入されてかしめられる。

【0088】下金型Aでは、同図左方から、第1ステージST1には、フロントウェイトFRWの穴FRWaに対応する凹状の孔刃H0が設けられる。第2ステージST2には、フロントウェイトFRWの透孔h1、h2に対応する凹状の孔刃H1、H2が設けられる。第3ステージST3には、フロントウェイトFRWの積層保持用ハーフパンチ部h11、h22に対応する凹状の孔刃H11、H22が設けられる。第4ステージST4には、フロントウェイトFRWの外縁部FRWeに対応する凹状の大孔刃H6が設けられる。

【0089】一方の上金型Bでは、第1ステージST1には、孔刃H0に対応する凸状のアクチュエータ型刃K1が設けられ、第2ステージST2には、小孔刃H1、H2に対応するアクチュエータ型刃K2が設けられる。

第3ステージST3には、小孔刃H11、H22に対応するアクチュエータ型刃K3が設けられる。第4ステージST4には、大孔刃H6に対応するアクチュエータ型刃K4が設けられる。各アクチュエータ型刃K1～K4はいずれも上金型Bに対して上下動可能に構成され、対応する各孔刃H0、H11、H22、大孔刃H6にそれぞれ対向している。

【0090】第2ステージST2はベースとなるパートを形成する場合にのみ機能し、それ以外のパートについては不動となる。第3ステージST3はベース材以外に對してのみ機能する。

【0091】図14は、第1ステージST1の部分断面図、図15は第4ステージST4の部分断面図の一例を示す図である。

【0092】鉄板材SBは、板金型A上において、ロボットアーム（マジックハンドMH）により、左方から右方に順送りされつつ、各孔等を上下金型B、Aの合わせ打ち抜き処理により同時打ち抜きまたはシーケンス打ち抜き（各ステージを0.25秒ずつずらせて4打開ける）により処理される。

【0093】例えば、積層構造のフロントウェイトFRWにおける最下層のベース材の製造では、ロボットアームで鉄板材SBを第1ステージST1の所定位置に移動させて、そのまま鉄板材SBを噛んだまま、下金型A上に被処理部Cを載置し、上金型Bを下方に僅かに降下させ、両金型A、Bで被処理部Cを挟持した状態で刃K1を通電と同時に下方に移動させる。すると、孔刃H0及び刃K1により、図14に示すように所定位置に穴FRWaが打ち抜き形成される。その後ロボットアームは被処理部Cを離し、直前に挟持していた位置より左方に挟持位置を変え、被処理部Cを右方に移動させる。すると、透孔h1、h2を開けるべき所定の位置に被処理部Cが移動する。第2ステージST2では小孔刃H1、H2及び刃K2により、図14と同様な態様（位置、直径は異なるが）で透孔h1、h2が打ち抜き形成される。

【0094】次いで被処理部Cが右方にシフトして、第3ステージST3ではアクチュエータが停止し、なにも動作せず、次いで被処理部Cが右方にシフトして、第4ステージST4で外縁部FRWeが大孔刃H6及び刃K6によって打ち抜かれ、図15に示すように、ベースのパートが得られる。

【0095】図16は、第3ステージST3の部分断面図、図17は第4ステージST4の部分断面図の一例を示す図である。

【0096】ベースパート以外のパートを製造する場合は、まず第1ステージST1ではベースパートと同様に穴FRWaが打ち抜き形成され、次いで被処理部Cが右方にシフトされ、第2ステージST2ではなにも動作せず、さらに被処理部Cが右方にシフトされ、第3ステージST3では、図16に示すように、積層保持用ハーフ

パンチ部h11、h22が、小孔刃H11、H22及びアクチュエータ型刃K3によって形成される。

【0097】次いで被処理部Cが右方にシフトされ、第4ステージST4では、図17（a）に示すように、外縁部FRWeが打ち抜かれ、先に形成されているパート（n-1枚目のパート）上に積層される。その際、直下の（n-1枚目）パートがベースパートであるときは、下方に突出したハーフパンチ部h11、h22がベースパートの透孔h1、h2に圧入され、かしめ状態となって両パートが固着される。一方、直下の（n-1枚目）パートがベースパートでないときは、下方に突出したハーフパンチ部h11、h22が直下のパートのハーフパンチ部h11、h22の上方に開口した凹部に圧入され、かしめ状態となって両パートが固着される。

【0098】所定の全パートが積層されたら、下金型Aの大孔刃H6の凹部が広がり方向に開口し、フロントウェイトFRWが自重で同図（b）に示す収容箱に収容される。その後、次のフロントウェイトFRWの製造に移行する。

20 【0099】これらの動作をシーケンス制御で行うには、第1～第4ステージでの処理は0.25秒程ずらせて各3種の孔あけ等を行い、その後上金型Bを持ち上げると同時にロボットアームが被処理部Cを持ち替えて右方に1ステージ分シフトさせる。持ち替え時間は例えば1秒程度である。このような1押さえ3孔あけ作業を繰り返す。この繰り返しは、次の最終層のn層目が終わって元に戻るという繰り返しである。

【0100】本実施の形態では、上記のような制御によってかしめ固定により自動的に複数のパートを積層して30 フロントウェイトFRW、バックウェイトB UWを製造できるので、積層のためのネジ固着作業が不要で製造容易であり、製造コストの低減も図ることができる。しかも、積層枚数でその重さを調整できるので、複数種類の慣性を有する質量体40の製造が容易である。よって、質量体の構成の簡単化、製造の容易化及び製造コストの低減を図ることができると共に、押鍵感触のキースケーリングの実現を容易にすることができる。

【0101】なお、フロントウェイトFRWの重さを種々設定するための一手段として、設ける穴FRWa等の40 大きさを変更するようにしたが、外縁部の形状を同じくして重さを変えればよいので、設ける穴等の中空部としては複数の小穴や凹部等、あらゆる形状が許される。そして、その中空部の容積を変えることにより重さを変更すればよい。

【0102】なお、フロントウェイトFRWの重さの設定は、穴FRWa等の中空部または厚さFtのいずれか一方のみを変更することで行うようにしてよい。また、バックウェイトB UWについても、フロントウェイトFRWと同様に中空部を設けてその容積を変えることのみで重さを設定してもよいし、あるいはこれを厚さB

t との組み合わせによって行うようにしてもよい。また、フロントウェイトFRWの厚さ F_t と型とによる組み合わせや、バックウェイトBUWの厚さ B_t の設定は例示であり、質量体40の錐取り付け部46e、47eの構成がある程度統一することができれば、他の態様で重さを変更するようにしてもよい。

【0103】なお、本実施の形態では質量体40の主要構成の共通化及びキースケーリングを全鍵に亘って行うようにしたが、複数オクターブに亘る質量体40間でのみこれらを行うようにしてもよい。これにより、複数オクターブに亘る質量体40の構成を共通化することができ、その範囲で上記と同様の効果を得ることができる。この場合、キースケーリングは上記複数オクターブにおける複数の鍵間で行い、好ましくは全鍵に対して行うようにする。

【0104】なお、本実施の形態では、質量体40のウェイト以外の構成をすべて同一にしたが、質量体40の主要構成部分である当接部44、アクチュエータ42及び発音位置調整ネジ41が極力3つとも同一構成になるようにすれば、その他の部分は多少異なっていてよい。

【0105】なお、本実施の形態では、基本的には全鍵に亘る質量体40の主要構成の共通化及びキースケーリングの実現という観点で説明したが、白鍵1Wと黒鍵1Bとでは鍵長さが異なる等の相違点があり、白鍵1W同士あるいは黒鍵1B同士の調整よりもむしろ、白鍵1Wと黒鍵1Bとの押鍵感触の調整の方が難しい場合もある。そこで、互いに隣接する白鍵1W及び黒鍵1B間で対応する各質量体40同士の主要構成部分同士を略同一に構成すると共に、上記のようなウェイトFRW、BUWの重さの設定により、両白黒鍵間で押鍵感触を近似させるようにしてもよい。そしてこれを互いに隣接する黒鍵同士について行えば、結果として押鍵感触のキースケーリングを実現することができる。

【0106】なお、本実施の形態では鍵1の駆動部9と質量体40の発音位置調整ネジ41とが直接当接して質量体40が駆動回動されるようにしたが、鍵1と質量体40との間に介在部材を設けて質量体40が間接的に駆動されるように構成した場合でも、本発明の効果を奏すことができる。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係る電子鍵盤装置によれば、鍵盤高さを低くすることができると共に設計の自由度を確保して押鍵感触のキースケーリングを容易にすることができる。

【0108】請求項2に係る電子鍵盤装置によれば、隣接する白鍵及び黒鍵間の押鍵感触を均一化することができると共に、質量体の樹脂部の共通化により質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。

【0109】請求項3に係る電子鍵盤装置によれば、押鍵感触のキースケーリングを容易に実現しつつ、質量体の本体の構成を共通にして質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができる。

【0110】請求項4に係る電子鍵盤装置によれば、複数オクターブ間で質量体の主要部分の構成を共通にすることができ、質量体の構成の簡単化、製造の容易化、組み付けの容易化及び製造コストの低減を図ることができると共に、押鍵感触のキースケーリングの実現を容易にすることができる。

【0111】請求項5に係る電子鍵盤装置によれば、質量体の構成の共通化を維持しつつ押鍵感触のキースケーリングの実現をより容易にすることができる。

【0112】請求項6に係る電子鍵盤装置によれば、錐構成部材をカシメ積層してアウトサート成形によって回動部材を形成することで、質量体の構成の簡単化、製造の容易化及び製造コストの低減を図ることができると共に、押鍵感触のキースケーリングの実現を容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態に係る電子鍵盤装置の部分縦断面図である（非押鍵状態）。

【図2】 同電子鍵盤装置の部分縦断面図である（押鍵往行程終了状態）。

【図3】 同電子鍵盤装置を上方からみた平面図である。

【図4】 支持部材を上方からみた平面図である。

【図5】 質量体の構成を示す側面図である。

【図6】 フロントウェイトFRWの構成を示す図である。

【図7】 バックウェイトBUWの構成を示す図である。

【図8】 フロントウェイトFRWの厚さ F_t と型とによる組み合わせの一例を示す図である。

【図9】 バックウェイトBUWの厚さ B_t の設定の一例を示す図である。

【図10】 梁における錐の配置と慣性モーメントIとの関係を示す図である。

【図11】 梁における支点からの腕長さと慣性モーメントIとの関係を示す図である。

【図12】 ウェイト製造装置の構成を示す外観斜視図である。

【図13】 ウェイト製造装置のガイド部G1の構成を示す部分断面図である。

【図14】 ウェイト製造装置の第1ステージST1の部分断面図の一例を示す図である。

【図15】 ウェイト製造装置の第4ステージST4の部分断面図の一例を示す図である。

【図16】 ウェイト製造装置の第3ステージST3の

部分断面図の一例を示す図である。

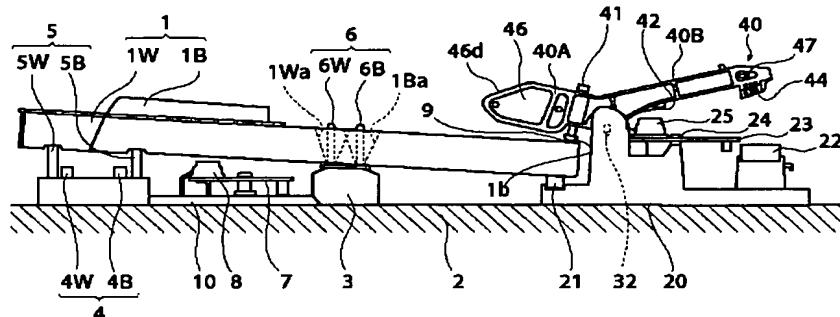
【図17】 ウェイト製造装置の第4ステージST4の部分断面図の一例を示す図である。

【符号の説明】

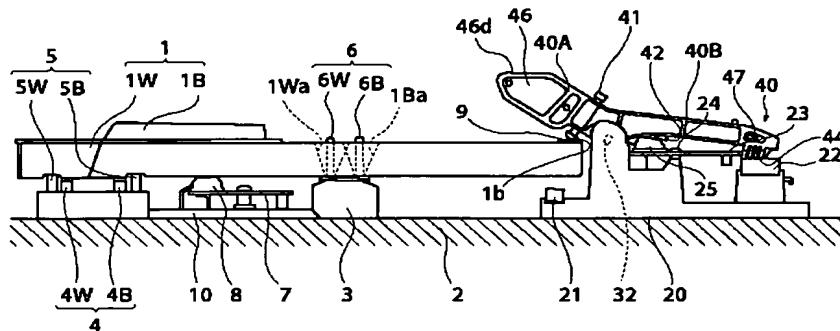
1 鍵 (白鍵1W、黒鍵1B)、2 棚板、3 鍵支持部、9 駆動部、20 質量体支持部材、23 スイッチ基板、25 第2の鍵スイッチ、32 回動軸部 (突起部32L、32R)、40 質量体 (回動部材)、40A 前方延設部 (腕部)、40B 後方延設部 (腕部)、41 発音位置調整ネジ (被駆動部)、42 アクチュエータ (センサ押下部)、44 当接部 (ストッパ当接部)、45 軸受け部

(回動中心)、46 頭部、46d 前部上面、46e 錘取り付け部、47 尾部、47e 錘取り付け部、10 鍵フレーム、FRWe 外縁部 (平面外部形状)、BUWe 外縁部 (平面外部形状)、FRW フロントウェイト (インサート錘、錘部材)、BUW バックウェイト (インサート錘、錘部材)、A 下金型、B 上金型、h1、h2 透孔、h11、h22 積層保持用ハーフパンチ部、H0 孔刃、H1、H2 小孔刃、H11、H22 小孔刃、H6 大孔刃、K1、K2、K3、K4 アクチュエータ型刃

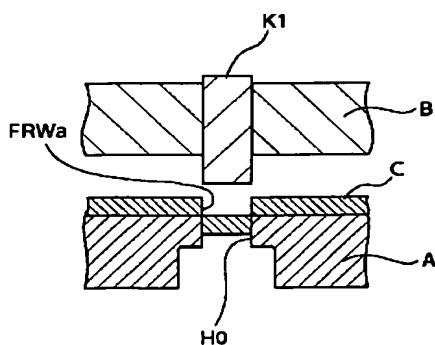
【図1】



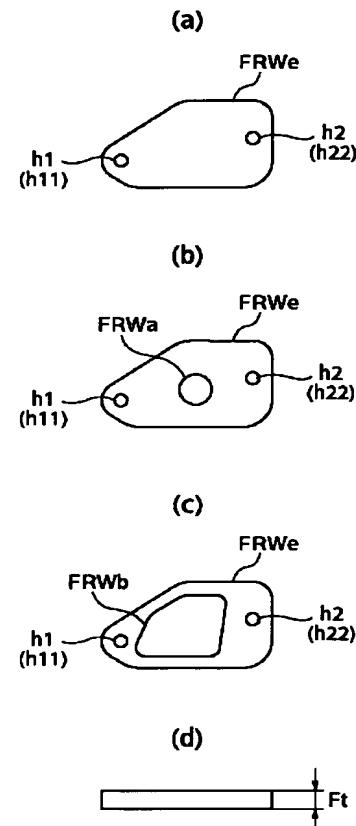
【図2】



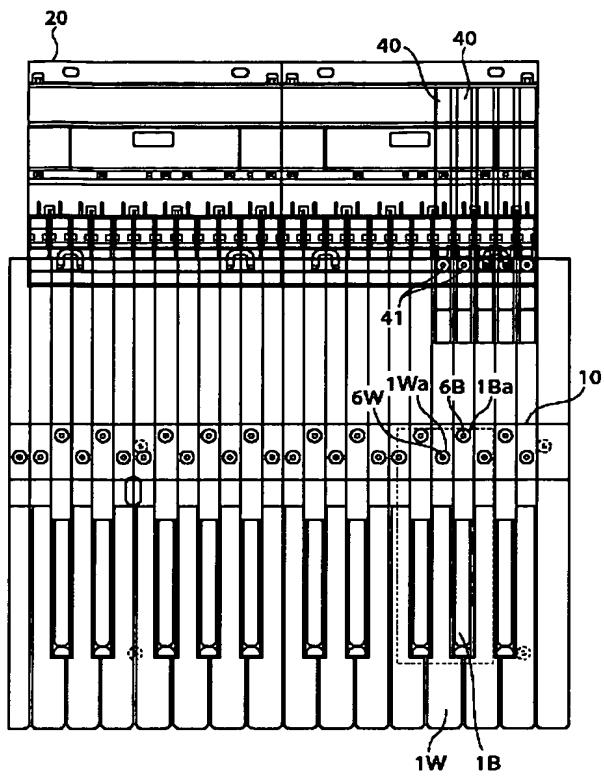
【図14】



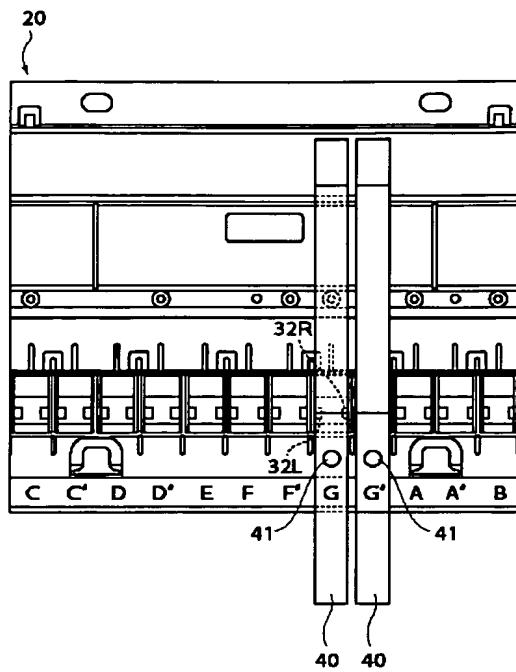
【図6】



【図 3】

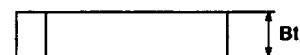


【図 4】

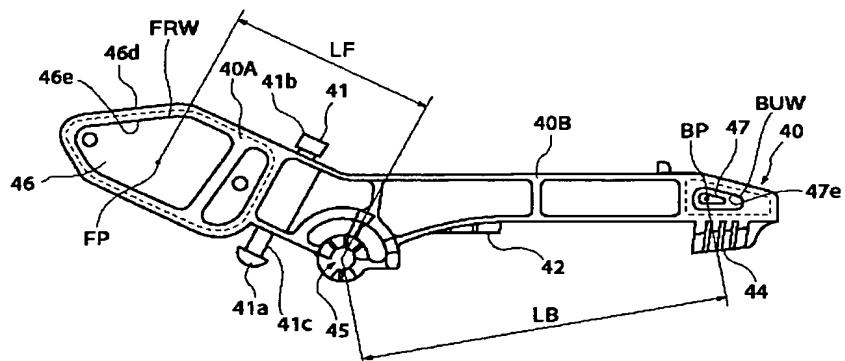


【図 7】

(a)



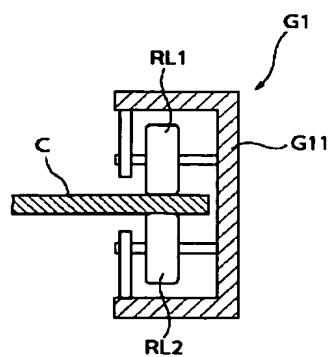
【図 5】



(b)



【図 13】



【図 8】

(a)

フロントウェイトW1	tW1	B型	gW1
フロントウェイトW2	tW1	A型	gW2
フロントウェイトW3	tW2	B型	gW3
フロントウェイトW4	tW2	A型	gW4
フロントウェイトW5	tW3	A型	gW5
フロントウェイトW6	tW4	B型	gW6
フロントウェイトW7	tW4	A型	gW7
フロントウェイトW8	tW5	A型	gW8
部品名称	Ft(mm)	形状	重量(g)

【図 9】

(a)

バックウェイトW1	tW11	gW11
バックウェイトW2	tW12	gW12
バックウェイトW3	tW13	gW13
バックウェイトW4	tW14	gW14
バックウェイトW5	tW15	gW15
バックウェイトW6	tW16	gW16
バックウェイトW7	tW17	gW17
バックウェイトW8	tW18	gW18
部品名称	Bt(mm)	重量(g)

(b)

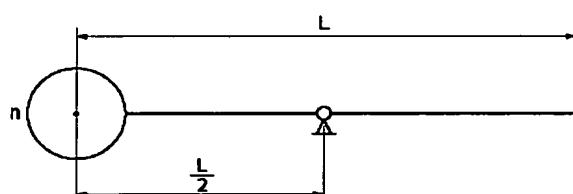
フロントウェイトB1	tB1	C型	gB1
フロントウェイトB2	tB2	A型	gB2
フロントウェイトB3	tB3	B型	gB3
フロントウェイトB4	tB3	A型	gB4
フロントウェイトB5	tB4	A型	gB5
フロントウェイトB6	tB4	A型	gB6
フロントウェイトB7	tB5	A型	gB7
フロントウェイトB8	tB6	B型	gB8
部品名称	Ft(mm)	形状	重量(g)

(b)

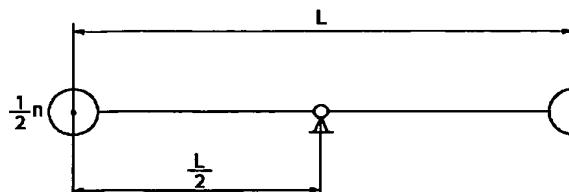
バックウェイトB1	tB11	gB11
バックウェイトB2	tB11	gB11
バックウェイトB3	tB12	gB12
バックウェイトB4	tB13	gB13
バックウェイトB5	tB14	gB14
バックウェイトB6	tB15	gB15
バックウェイトB7	tB16	gB16
バックウェイトB8	tB17	gB17
部品名称	Bt(mm)	重量(g)

【図 10】

(a)

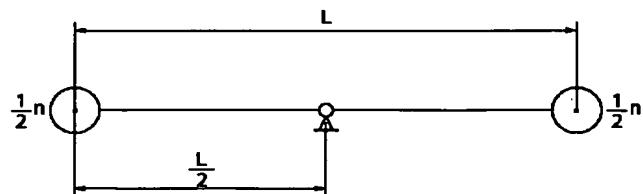


(b)

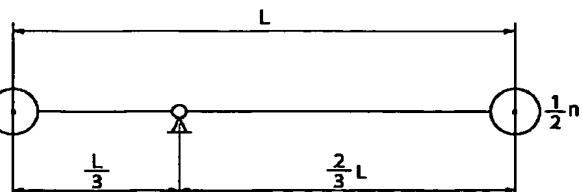


【図 11】

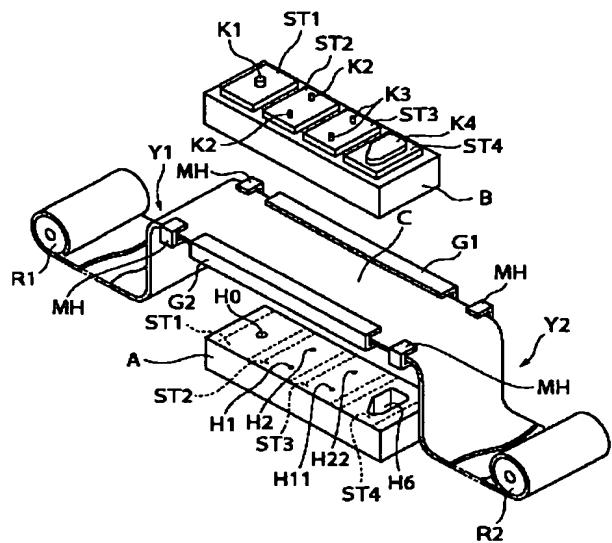
(a)



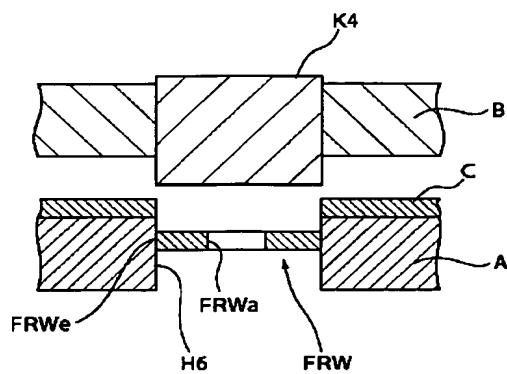
(b)



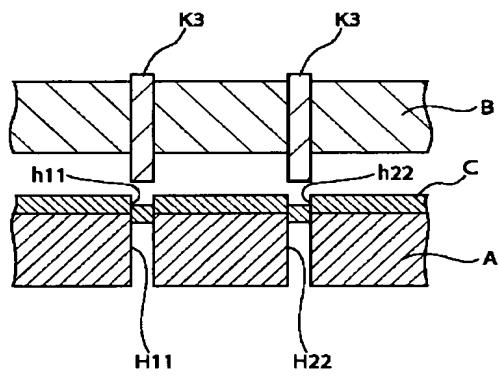
【図 1 2】



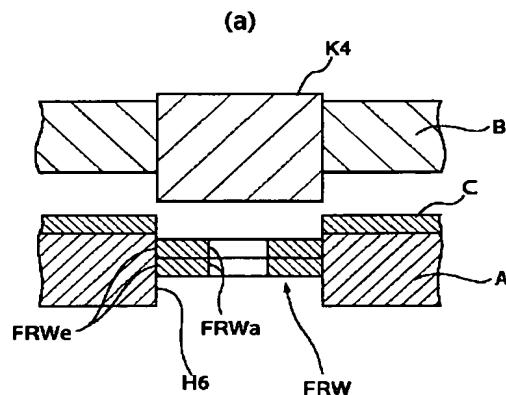
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

(72)発明者 石原 秀輝

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

F ターム(参考) 5D378 EE01 EE05 EE06